

Landbouwhogeschool-Wageningen
CENTRUM VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK IN SURINAME

VOORTGEZETTE ONDERZOEKINGEN NAAR DE OVERERVING
VAN ZAADHUIDKLEUR EN ZAADHUIDPATROON BIJ
VIGNA UNGUICULATA (L.) WALP.
(onderzoekproject no. 70/12)

P.A. Boorsma

Verslag van een onderzoek verricht onder leiding
van Dr.Ir. G.A.M. van Marrewijk

maart 1972

CELOS rapporten vormen een serie interne verslagen van werk verricht door studenten en leden van de wetenschappelijke staf van het Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek in Suriname.

I N H O U D

	Blz.
1. <u>Samenvatting</u>	5
2. <u>Voorwoord</u>	5
3. <u>Literatuuroverzicht</u>	5
4. <u>Onderzoek op het CELOS</u>	6
4.1. Inleiding en probleemstelling	6
4.2. Methodiek en verloop	7
4.3. Resultaten van uitsplitsing	13
4.4. Beschrijving van verkregen zaadhuidtypen . .	13
4.5. Overerving van zaadhuidkleur	15
4.5.1. Uitsplitsingsresultaten	15
4.5.2. Bespreking	15
4.6. Overerving van het zaadhuidpatroon	20
4.6.1. Effen.	20
4.6.2. Bont	20
4.6.3. Groot oog	24
4.6.4. Klein oog	25
4.6.5. Watson	25
4.6.6. Mate van stippeling	30
4.6.7. Bruin gespikkeld	30
5. <u>Slotbespreking</u>	31
6. <u>Literatuur</u>	34

1. SAMENVATTING

Een voortzetting van het in CELOS Rapporten 44 beschreven onderzoek naar de overerving van verschillende zaadhuideigenschappen bij *Vigna unguiculata*, leverde de volgende resultaten op:

1. Er werden argumenten aangevoerd, die sterk pleiten tegen het bestaan van een tweede zwart factor (z_2).
2. In de F_4 uitsplitsingen uit zaden met een effen zaadhuidpatroon werden sterke afwijkingen gevonden van die in de F_3 .
3. Er bestaat verband tussen de mate van bontheid van de ouder en die van zijn nakomelingschap.
4. De overerving van de kleurintensiteit bij "zwart Watson" blijft onduidelijk. Bij verder onderzoek zal van nieuwe kruisingen moeten worden uitgegaan.
5. De kleurintensiteitsgenen werkzaam bij "zwart Watson" zijn niet werkzaam bij "bruin Watson" en "rood Watson".
6. Er bestaat een duidelijke relatie tussen de mate van stippeling en de zaadhuidpatronen "bont", "groot oog" en "middelgroot oog", wat vermoedelijk berust op het voorkomen van modificerende genen, die zowel ooggroote en mate van bontheid als stippeling beïnvloeden.
7. Het zaadhuidpatroon "gespikkeld" berust op een over de zaadhuidkleur gesuperponeerd genenpaar Ss. "Gespikkeld" is dominant over "niet-gespikkeld".
8. Het uit "gespikkeld" verkregen nieuwe zaadhuidpatroon "gevekt", lijkt te berusten op twee factoren, waarbij de dubbel-recessieve combinatie epistatisch is over effen gekleurd.

2. VOORWOORD

Dit verslag is een voortzetting van het in CELOS Rapporten 44 beschreven onderzoek naar de overerving van zaadhuidkleur en het zaadhuidpatroon bij *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Het onderzoek werd verricht van september 1971 tot februari 1972 op het CELOS door P.A. Boorsma, student in de Plantenveredeling aan de Landbouwhogeschool te Wageningen met medewerking van werknemers bij het CELOS. De leiding van het onderzoek berustte bij Dr. Ir. G.A.M. van Marrewijk.

3. LITERATUUROVERZICHT

Hiervoor wordt verwezen naar CELOS Rapporten 44. .

4. ONDERZOEK OP HET CELOS

4.1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Uit in 1969 uitgevoerde kunstmatige kruisingen tussen de cultivars African Red en Blackeye werden F_1 planten met effen zwarte zaden verkregen. Daarnaast werden ook "spontane" zwarte zaden gevonden bij Blackeye ouderplanten in een onderzoek naar natuurlijke bastaardering bij *Vigna unguiculata* (project 69/7; zie CELOS Kwartaalverslagen 9 t/m 12). Deze zwarte zaden werden uitgezaaid door Mevr. S.B. Hofstede-van der Meer en gaven in de F_2 een brede iitsplitsing te zien voor verschillende eigenschappen, zoals bloemkleur, bloemgrootte, bloemsteellengte, zaadhuidkleur enz. Er werden naast het F_1 type en de oudertypen, ook andere zaadhuidkleuren en -patronen gevonden. Uit de splitsingen in de F_2 en F_3 en uit literatuurgegevens analyseerd mej. J. Sakiman (CELOS Rapporten 44) de genetische consistentie van de in het betrokken materiaal aanwezige zaadhuidpatronen en -kleuren. Zij kwam hierbij tot de volgende resultaten:

- (i) Zaadhuidkleur berust op de aanwezigheid van een grondfactor R en specifieke kleurgenen. De grondfactor R is dominant en veroorzaakt de grondkleur (paars)rood.
- (ii) Zwarte zaadhuid wordt veroorzaakt door de dominante factor Z_1 welke epistatisch is t.o.v. andere kleurgenen. Mogelijk bestaat een tweede (recessieve) factor voor "zwart". Deze komt alleen tot uiting bij afwezigheid van Z_1 en is eveneens epistatisch t.o.v. de andere kleurfactoren.
- (iii) Bruine kleur van de zaadhuid berust op een dominante factor B.
- (iv) De twee bekende bij het onderzoek betrokken ouders hebben vermoedelijk de volgende genetische constitutie:
Blackeye $Z_1Z_1BBRR(z_2z_2)$
African Red $= z_1z_1bbRR(Z_2Z_2)$
- (v) Effen zaadhuidkleur berust waarschijnlijk op de complementaire werking van twee dominante genen, H en W. De factor H alleen veroorzaakt in homozygote vorm het zaadhuidpatroon "Holstein" of "bont", terwijl W verantwoordelijk is voor het ontstaan van een onduidelijk begrensde navelvlek en vaak vuile zaadhuidkleur, in de literatuur aangeduid als "Watson".
- (vi) In afwezigheid van H en W ontstaat "klein oog", een zaadtype met duidelijk begrensde kleine navelvlek. De heterozygoot Hhww heeft een eveneens duidelijk begrensde middelgrote tot grote navelvlek ("groot of middelgroot oog") en vaak kleurstippels op de zaadhuid.
- (vii) In een groep F_2 -lijnen werden afwijkingen van het, op grond van het onderpunten v en vi beschreven, te verkrijgen overervingsschema gevonden. In de F_3 werd slechts in een incidenteel geval een niet met de hypothese kloppend resultaat verkregen.

(viii) Op het H-niveau werkt waarschijnlijk een extra-gen, dat graduele verschillen bij bont, groot oog, middelgroot oog en klein oog veroorzaakt. De gegevens duiden erop dat ook binnen het Watson patroon een of meer intensiteitsgenen werkzaam zijn.

Een volledig uitsluitel te geven bleek echter niet mogelijk, zodat aan de hand van verdere uitsplitsingen is getracht een oplossing te vinden voor de volgende resterende problemen:

1. Bestaat er een tweede factor voor zwart (z_2)?
2. Berusten de gradaties bij de zaadhuidpatronen "bont" en "oog" op de werking van (eventueel modificerende) genetische factoren, of zijn ze louter een gevolg van milieu modificaties?
3. Waarop berusten de min of meer constant overervende intensiteitsverschillen bij "Watson zwart"?
4. Is een erfelijke basis voor de verschillen in stippeling bij de patronen "oog" en "bont" aan te wijzen?
5. Hoe overerf het zaadhuidpatroon "bruin gespikkeld"?

4.2. METHODIEK EN VERLOOP

Uit de nakomelingschappen van de in CELOS Rapporten 44 beschreven F_3 lijnen werd een selectie gemaakt om opnieuw te worden uitgezaaid: Tabel 1, F_4 lijnen.

Tabel 1. Overzicht van de aantallen uitgezaaide F_3 en F_4 lijnen

zaadhuidpatroon	aantal F_3 -lijnen	aantal F_4 -lijnen
effen zwart	5	5
effen bruin	4	4
effen rood	2	2
zwart bont		8
bruin bont		2
groot oog zwart		6
groot oog bruin		1
groot oog rood		5
middelgroot oog zwart		2
middelgroot oog bruin	2	7
middelgroot oog rood		6
klein oog zwart	1	8
klein oog bruin		1
klein oog rood		1
zwart Watson		15
bruin Watson	1	10
rood Watson		3

Tabel 2. Overzicht van de uitsplitsing van F₄ nakomelingen uit ouders met de zaadhuidpatronen effen, bont en oog.

= gekleurd oppervlak 50% enz.

Zaadhuid	Veld- nummer- F ₃ -plant	Nadere beschrij- ving ouder- plant	ZWART											
			Effen	Bont					Oog			Watson	Totaal	
				≤	<	+	>	≥	Groot	Middel	Klein			
Effen zwart	V-13-1-10		19	3										32
	V-13-1-17		17											35
	VIII-7-3-4		21	2				1	1	2	1	13		41
	VIII-12-4-9		11											11
Effen bruin	V-13-1-5												1	1
	VIII-12-4-2													
	VIII-12-4-11													
	VIII-12-4-13													
Effen rood	V-13-1-3													
	V-13-1-27												1	1
Bont zwart	II-4-3-3*	> 50% gekl.				2	1	2	12	2	10			30
	II-4-3-8	> 50% "	2	1				29	15					47
	II-4-3-15	> 50% "				6	3	27						40
	VIII-20-10-1	> 50% "				1	1	13						15
	VIII-20-10-2	> 50% "				1	1	3						18
	VIII-20-10-3	> 50% "		12		3	3	3						29
	VIII-20-10-4	> 50% "		4		8	3	14						5
	VIII-20-10-9	> 50% "		3		1	1							
Bont bruin	VIII-7-3-7	Alle typen	1			3		6	5					15
	VIII-7-3-21	< 50% gekl.												
		> 50% "												
Groot oog zwart	II-4-3-4					2	1	1	12	2	5			23
	II-4-3-12							9	1	9	8			27
	II-4-3-18					1		4		8	4	8		25
	II-4-3-22							1		4	6			11
	II-4-3-34							8	1	7	1	6		23
	VIII-7-3-14									1	8	5		14
Gr. oog bruin	VIII-7-3-5													
Gr. oog rood	V-13-1-21		1										5	6
	VIII-7-6-2													
	VIII-7-6-4													
	VIII-7-6-26													
	VIII-7-6-52													
Middelgroot oog zwart	V-13-1-12			3	2					7	17	24		53
	VIII-7-3-22				1						1	3		5

* verontreinigd met aantal planten van II-4-3-4

+ alle typen

[illegible]

(vervolg Tabel 2)

[illegible]

[illegible]

Tabel 3. Uitsplitsing van de nakomelingschappen uit F₃ ouders met het zaadhuidpatroon Watson, alsmede van Watson-afsplitssende effen zwarte F₃'s, zd = zeer donker; do = donker; no = normaal; li = licht; zl = zeer licht

Zaadhuid ouder- plant	Veld- nummer F ₃	Nadere beschrijving ouderplant	ZWART							BRUIN				ROOD				
			Overige	Kl. oog	Watson					Totaal	Overige	Kl. oog	Watson	Totaal	Overige	Kl. oog	Watson	Totaal
					zd	do	no	li	zl									
Watson zwart	III-36-1-38	zd en do			35	23	5			58								
	III-40-4-36	zd en do			4	32				41								
	III-36-1-39	do			22	51				73								
	III-40-4-32	do			9	38	1	2		48								
	III-36-10-20	no		22	2	6				10								
	III-36-10-26	no		1	1	11	3			15								
	V -13-1-26	no				2				2	2							
	III-36-1-28	li	2		2	9	10	14		35		4						
	III-36-7-12	li		4	1	6	11	6		25		35						
	III-36-10-21	li				8	15	12	1	35		35						
Watson bruin	III-40-4-21	li			2	11	21	5		39								
	VIII-12-4-7	li				3	3	1		7								
	III-36-1-29	zl en li				4	14	9	2	41								
	III-36-7-7	zl en li			5	7	16	12		35								
	V -13-1-13	zl			16	9				51								
	III-36-7-6	zl			13			7		50								
	III-36-7-8																	
	III-36-10-1																	
	III-36-10-2																	
	III-36-10-3																	
Watson rood	III-36-10-4																	
	III-36-10-5																	
	III-36-10-6																	
	V -13-1-1																	
	V -13-1-19																	
	V -13-1-11																	
	V -13-1-14																	
	VIII-12-4-8																	
	V-13-1-10																	
	V-13-1-17																	
Effen zwart	VIII-7-3-4																	

De selectie was voornamelijk gebaseerd op relevantie voor het in de probleemstelling beschreven doel. Het geselecteerde materiaal werd nauwkeurig beschreven en uitgezaaid op 27 september 1971. Om de uitvoering van het oogsten te vereenvoudigen en de kans op door elkaar raken van planten van verschillende lijnen te beperken, werd uitgezaaid in een vierkantsverband van 30 x 30 cm met om de twee plantrijen een looppad van 60 cm breedte. Elke afzonderlijke plant was daardoor gemakkelijk te bereiken. Het reservezaad van enige F₃ lijnen, die het vorig jaar een onduidelijke uitsplitsing te zien gaven, werd in potten gezaaid en in de kas op tafels geplaatst; zie Tabel 1.

Op het veld rijpten de peulen na 60 dagen af. Door weeromstandigheden, bodemverschillen en de verkregen genetische variabiliteit, gescheidde de afrijping niet uniform, zodat de laatste oogst pas begin januari 1972 kon worden binnengehaald. De planten werden afzonderlijk afgeogst. De peulen werden ca. 48 uur gedroogd in een droogstoof bij 45°C, waarna ze werden gedopt. Als gevolg van een verwelkingsziekte en onoordeelkundig begieten (verbranding en schimmelaantasting) stierven de in potten gezaaide F₃ lijnen volledig af.

4.3. RESULTATEN VAN UITSPLITSING

De resultaten van uitsplitsing zijn samengevat in de Tabellen 2 en 3. Voor uitsplitsing van de nakomelingschapen uit het nieuwe zaadhuidpatroon "bruin gespikkeld" wordt verwezen naar Tabel 7.

4.4. BESCHRIJVING VAN DE VERKREGEN ZAADHUIDTYPEN

Alle verkregen zaadhuidtypen zijn reeds zeer duidelijk beschreven in CELOS Rapporten 44. Echter, omdat het onderzoek speciaal op de zaadhuidtypen bont, groot oog, middelgroot oog en zwart Watson betrekking heeft, worden deze nogmaals beschreven.

Bont

Vertoont veel variatie. Ingedeeld werd in 6 typen naar toenemend egaal gekleurd oppervlak.

- | | | | | |
|-------|-------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| (I) | gekleurd oppervlak veel kleiner dan | 50% | ($\ll 50\%$) | |
| (II) | " | kleiner dan | 50% | ($< 50\%$) |
| (III) | " | ongeveer | 50% | ($\pm 50\%$) |
| (IV) | " | groter dan | 50% | ($> 50\%$) |
| (V) | " | veel groter dan | 50% | ($\gg 50\%$) |
| (VI) | mengsel van alle typen. | | | |

Binnen de nakomelingschap van één plant kwam soms een vrij grote variatie voor. Om de indeling enigszins bruikbaar te houden werd de nakomelingschap in die categorie ingedeeld, waartoe de meerderheid behoorde. Soms echter was de variatie binnen één nakomelingschap zó uitgesproken, dat van meerderheid van een type geen sprake meer was. Deze nakomelingschappen werden ingedeeld als "alle typen".

Groot oog

Dit type vertoont een grote gekleurde vlek rond de navel, welke aan de caruncula-zijde onregelmatig begrensd is. Vele zaden vertonen daarnaast ongeveer speldeknop-grote vlekjes op de zaadhuid. Er werd vrij grote variatie in aantal, vorm en grootte van de stippels waargenomen. Bij bruin waren de stippels minder opvallend, dan bij zwart en rood.

Middelgroot oog

Vrij groot oog met een ietwat onregelmatige begrenzing aan de caruncula zijde; vaak enkele, meestal kleine stippels. De grenzen met groot oog zijn niet altijd duidelijk. Zo maakt een middelgroot oog op een klein zaad vaak de indruk groot te zijn, terwijl grote oogvlekken op grote zaden middelgroot kunnen lijken. Ook bleken enkele in de F_3 als middelgroot oog geklassificeerde zaadpartijen in de F_4 niet uit te splitsen en dus van het type klein oog te zijn!

Zwart Watson

Dit patroon is uitermate variabel. De volgende varianten werden onderscheiden:

- (I) zeer licht Watson: Zaden vuilwit met een vaag begrensd zwart oog en enkele grijszwarte stipjes/vlekjes.
- (II) licht Watson: Als vorige, doch gehele zaadhuid grijsig wit.
- (III) normaal Watson : Als vorige, doch zaadhuid overwegend grijs. Binnen deze groep werden nog weer lichte schakeringsverschillen gevonden o.a. door de onderkleur van de zaadhuid. Er konden zwartgrijze, paarsgrijze en blauwgrijze zaden worden onderscheiden.
- (IV) donker Watson : Grijsintensiteit is verder toegenomen. Weinig aaneengesloten witte vlekken meer.
- (V) zeer donker Watson: Zaadhuid bijna zwart, vooral rond het oog. Grondkleur nog zichtbaar als kleine witte vlekjes en stipjes.

De beschreven intensiteitsverschillen kwamen niet voor bij bruin en rood Watson.

4.5. OVERERVING VAN DE ZAADHUIDKLEUR

4.5.1. Uitsplitsingsresultaten

De resultaten van de uitsplitsing voor zaadhuidkleur zijn gegeven in de Tabellen 4a t/m g. Evenals in de F_3 bleken de in zwart en bruin, resp. de in zwart, bruin³ en rood uitsplitsende lijnen weinig af te wijken van de verhoudingen 3:1, resp. 12:3:1. Er werd dus geen ondersteuning gevonden voor het bestaan van een tweede factor voor zwart, zoals op grond van de F_2 resultaten was gesuggereerd. In de bespreking wordt hierop teruggekomen. Slechts één lijn splitste in zwart en rood in de verwachte verhouding 3:1. Bij de lijnen uitsplitsend in bruin en rood werd een significant teveel aan roodzadige nakomelingen gevonden. Naar een verklaring hiervoor werd niet gezocht.

4.5.2. Bespreking

Ten aanzien van de in CELOS Rapporten 44 gesuggereerde aanwezigheid van een tweede factor voor zwart, valt het volgende op te merken. Aangezien in de F_1 de gehele populatie genetisch uniform is, geeft in de F_2 iedere lijn eenzelfde uitsplitsing te zien. De tweede zwart factor (z_2) komt tot uitdrukking, omdat bij iedere lijn 13/16 gedeelte in plaats van 12/16 zwart is. In de F_3 werden 53 zwarte lijnen en 43 bruine of rode lijnen aselekt, voor wat betreft de tweede zwart factor, gekozen. Daarvan splits theoretisch 3/8 gedeelte het homozygoot recessieve factorenpaar z_2-z_2 zichtbaar af, namelijk 4/13 van de zwarte ouders en 2/3 van de bruine of rode ouders (zie Fig. 1).

Fig. 1. Overzicht van de factorencombinaties van Z_1-z_1 en z_2-z_2 , die in de volgende generatie al dan niet een uitsplitsing te zien zullen geven voor de tweede zwart factor
 - = niet meer uitsplitsend
 + = wel uitsplitsend
 * = niet zwart

$\sigma \backslash \varphi$	$Z_1 Z_2$	$Z_1 z_2$	$z_1 Z_2$	$z_1 z_2$
$Z_1 Z_2$	-	-	-	+
$Z_1 z_2$	-	-	+	-
$z_1 Z_2$	-	+	-*	+
$z_1 z_2$	+	-	+	-

Tabel 4a. Overzicht van de niet uitsplitsende F_4 lijnen verkregen uit zwart zaad

Zaadhuid kleur	Veldnummer F_3 - plant	Samenstelling F_4		
		Zwart	Bruin/ rood	Totaal
zwart	III-36-1-38	58		58
	III-36-1-39	73		73
	III-40-4-32	70		70
	III-40-4-36	41		41
	V -13-1-26	4		4
	II -4-3-3	30		30
	II -4-3-8	47		47
	II -4-3-15	40		40
	VIII-20-10-2	18		18
	VIII-20-10-3	29		29
	VIII-20-10-9	15		15
	II -4-3-4	23		23
	II -4-3-12	27		27
	II -4-3-18	25		25
	II -4-3-22	11		11
	II -4-3-34	23		23
	VIII-7-3-22	5		5
	II -4-3-7	52		52
	II -4-3-14	29		29
	II -4-3-19	22		22
	II -4-3-27	19		19
	II -4-3-2	31		31
Totaal		692		692

Tabel 4b. Overzicht van de uit zwart zaad verkregen F_4 -lijnen, uitsplitsend in zwart en bruin

Zaadhuid kleur	Veldnummer F_3 - plant	Uitsplitsing F_4		
		zwart	bruin	Totaal
zwart	III-36-1-28	35	14	49
	III-36-1-29	41	11	52
	III-36-7-7	51	16	67
	III-36-7-12	29	18	47
	III-36-10-20	11	5	16
	III-36-10-21	35	14	49
	III-36-10-26	15	5	20
	III-40-4-21	39	16	55
	VIII-7-3-4	41	14	55
	VIII-20-10-1	15	5	20
	VIII-20-10-4	5	1	6
	VIII-7-3-14	14	10	24
	VIII-7-3-17	13	7	20
	VIII-12-4-4	10	4	14
Totaal	gevonden	354	140	494
	verwacht	370,5	123,5	494

$$\chi^2 = 2,94; 0,05 < P < 0,1$$

Tabel 4c. Overzicht van de uit zwart zaad verkregen F₄ lijnen uitsplitsend in zwart, bruin en rood

Zaadhuid kleur	Veldnummer F ₃ - plant	Uitsplitsing F ₄			
		zwart	bruin	rood	Totaal
zwart	V-13-1-13	45	7	1	53 [†]
	VIII-12-4-7	7	7	3	17
	V-13-1-17	35	8	2	45
	VIII-12-4-9	11	5	2	18
	V-13-1-12	53	7	4	64
Totaal	gevonden	151	34	12	197
	verwacht	147,75	36,94	12,31	197

[†] exclusief onbetrouwbare planten
 $\chi^2 = 0,313$; $0,75 < P < 0,90$

Tabel 4d. Overzicht van de niet uitsplitsende F₄-lijnen verkregen uit bruin zaad

Zaadhuid kleur	Veldnummer F ₃ - plant	Samenstelling F ₄		
		Bruin	Zwart/ Rood	Totaal
Bruin	III-36-7-6	65		65
	III-36-7-8	63		63
	III-36-10-1	67		67
	III-36-10-2	51		51
	III-36-10-3	64	2	66
	III-36-10-4	65		65
	III-36-10-5	68		68
	III-36-10-6	64	2	66
	VIII-7-3-7	35		35
	VIII-7-3-21	10		10
	VIII-7-3-5	45		45
	VIII-7-3-3	55	1	56
	VIII-7-3-9	20		20
	VIII-7-3-12	40		40
	VIII-7-3-16	20	1	21
	VIII-7-3-19	17	1	18
Totaal		749	7	756

Tabel 4e. Overzicht van de uit bruin zaad verkregen F₄ lijnen, uitsplitsend in bruin en rood

Zaadhuid kleur	Veldnummer F ₃ -plant	Uitsplitsing F ₄		
		Bruin	Rood	Totaal
Bruin	V-13-1-1	31	11	42 [*]
	V-13-1-19	27	15	42
	V-13-1-5	16	7	23
	VIII-12-4-2	12	3	15
	VIII-12-4-11	4	2	6
	VIII-12-4-13	1	2	3
	V-13-1-18	40	16	56
	VIII-7-6-24	36	22	58
	VIII-12-4-3	5	3	8
Totaal	gevonden	172	81	253
	verwacht	189,75	63,25	253

^{*}
2 exclusief onbetrouwbare planten
X² = 6,64; P = 0,01

Tabel 4f. Overzicht van de roodzadige F₄-lijnen

Zaadhuid kleur	Veldnummer F ₃ -plant	Samenstelling F ₄		
		Rood	Zwart/ bruin	Totaal
Rood	V-13-1-11	29	1	30
	V-13-1-14	51	6	57
	VIII-12-4-8	9	1	10
	V-13-1-3	4	1	5
	V-13-1-27	19	1	20
	V-13-1-21	18	6	24
	VIII-7-6-2	42		42
	VIII-7-6-4	5		5
	VIII-7-6-26	47		47
	VIII-7-6-52	30		30
	V-13-1-8	25		25
	VIII-7-6-12	51		51
	VIII-7-6-23	42		42
	VIII-7-6-20	37		37
	VIII-12-4-5	14		14
	VIII-12-4-16	5		5
	V-13-1-6	50		50
Totaal		478	16	494

Dit betekent:

- a. Ca. 16 van de zwarte F_3 lijnen moeten splitsen in de verhouding 13 zwart : 3 niet zwart.
Aangezien in de doorgaans vrij kleine afzonderlijke nakomelingschappen het verschil tussen 12/16 resp. 13/16 zwart niet statistisch aantoonbaar is, is ook het voorkomen van voor z_2 heterozygote F_3 lijnen moeilijk te bewijzen.
- b. Van de 43 bruine en rode lijnen echter zal 2/3 (28 lijnen) uitsplitsen in de verhouding 3/4 bruin en/of rood : 1/4 zwart. Een enkele blik op de in tabellen 6a, 6b, 6c en 7 van CELOS Rapporten 44 gegeven uitsplitsingen toont aan, dat zowel het aantal zwart afsplitsende lijnen als het aandeel van de zwartzadige planten in deze lijnen veel geringer is dan op grond van deze beschouwing verwacht wordt. Het bestaan van een tweede factor voor zwart is hierdoor wel onwaarschijnlijk geworden.

4.6. OVERERVING VAN HET ZAADHUIDPATROON

4.6.1. Effen

Naast enkele niet uitsplitsende lijnen kwam een lijn voor uitsplitsend in effen en Watson (verh. 3:1; $X^2 = 0,20$). De overige lijnen splitsten in effen, bont, groot oog (incl. middelgroot oog), klein oog en Watson; Tabel 5a. Evenals in de F_2 en F_3 werd ook nu een duidelijk teveel aan Watson en een tekort aan effen gevonden; het aantal planten met klein oog en bont zaad week in de F_4 evenwel niet opvallend van de verwachte waarde af. Ter illustratie zijn de gevonden en verwachte waarden in de drie opeenvolgende generaties samengevat in Tabel 5b.

De telkens terugkerende afwijkingen van de theoretisch verwachte waarden, doen de vraag rijzen of de hypothese van bifactoriële overerving niet te simplistisch is. Voor de bespreking van enkele andere hypothesen wordt verwezen naar de slotbespreking.

4.6.2. Bont

De nakomelingschappen bestaan volledig uit bontzadige planten, hetgeen homozygotie aannemelijk maakt; Tabel 5c.

De uitsplitsing voor mate van bontheid laat zien, dat er hiervoor een verband bestaat tussen de ouders en de nakomelingschap.

De variant:

>>50%	gekleurd	splitst uit in	>>en	>50%
>50%	"	"	"	> en enkele \pm of $<50\%$
$\pm 50\%$	"	"	"	>, $<$ en enkele $\ll 50\%$
$<50\%$	"	"	"	\ll en enkele $<$ of $>50\%$
$\ll 50\%$	"	"	"	\ll en enkele $<50\%$

Tabel 5a. Overzicht van de uitsplitsing bij enige uit effen rood verkregen F_4 -lijnen

Zaadhuid patroon	Veldnummers F_3 -plant	Effen	Bont	Groot oog	Klein oog	Watson	Totaal
Effen	V-13-1-3		1	3		1	5
	V-13-1-5	15	2	5		2	24
	V-13-1-10	22	3	4	4	7	40
	V-13-1-17	20		2	4	19	45
	V-13-1-27	5		6	3	6	20
	VIII-7-3-4	26	3	4	2	20	55
	VIII-12-4-11	2	2	1		1	6
Totaal	gevonden	90	11	25	13	56	195
	verwacht	109,7	12,2	24,4	12,2	36,6	195,1

$$\chi^2 = 15,0; P < 0,005$$

Tabel 5b. Overzicht van de uitsplitsing voor zaadhuid patroon van een aantal F_2 , F_3 en F_4 lijnen afkomstig van de kruising African Red x Blackeye

Gene- ratie	Uitsplitsing	effen	bont	gr. oog	kl. oog	Watson	Tot.	
F_2	gevonden	103	19	38	28	59	247	$\chi^2 = 26,1; P < 0,001$
	verwacht	139	15,4	30,9	15,4	46,3	247	
F_3	gevonden	110	5	30	17	52	214	$\chi^2 = 11,1; P < 0,005$
	verwacht	120,4	13,4	26,8	13,4	40,1	214,1	
F_4	gevonden	90	11	25	13	56	195	$\chi^2 = 15,0; P < 0,005$
	verwacht	109,7	12,2	24,4	12,2	36,6	195,1	
Totaal	gevonden	303	35	93	58	167	656	$\chi^2 = 36,9; P < 0,001$
	verwacht	369	41	82	41	123	656	

Tabel 5c. Verband tussen de mate van bontheid van de ouderplanten en hun nakomelingschap. \ll = gekleurd oppervlak veel kleiner dan 50%, enz.

Mate van bontheid	Veldnummer F ₃ - plant	Gekleurd oppervlak					alle typen	Totaal
		\ll	$<$	\pm	$>$	\gg		
\gg 50%	II-4-3-8	1			29	15		45
$>$ 50%	II-4-3-15		6	3	27		4	40
$>$ 50%	VIII-20-10-1		2	1	17			20
$>$ 50%	VIII-7-3-21		2		7	1		10
\pm 50%	VIII-20-10-3	4	8	3	14			29
$<$ en \ll 50%	VIII-20-10-2	12	3		3			18
\ll 50%	VIII-20-10-4	3	2	1				6
\ll 50%	VIII-7-3-7	33						33
Alle typen	VIII-20-10-9		3		6	5		14

Tabel 5d. Overzicht van de F₄ uitsplitsingen verkregen van planten met middelgroot of groot oog
B = bont; G = groot oog; M = Middelgroot oog; K = klein oog

Zaadhuid patroon	Veldnummer F ₃ -plant	Uitsplitsing F ₄				Totaal
		B	G	M	K	
Groot oog I	II-4-3-4	5	12	2	5	24
	II-4-3-12	10	9		8	27
	II-4-3-18	5	8	4	8	25
	II-4-3-22	1	4	6		11
	II-4-3-34	9	7	1	6	23
	VIII-7-3-5	11	7	16	11	45
	VIII-7-6-4	3		2		5
Totaal		44	47	31	38	160
IIa Groot oog tot middel groot oog	VIII-7-6-52	6		17	7	30
	VIII-7-6-20	10	2	27	8	47
	VIII-7-6-26	8	2	20	7	37
groot oog	Subtotaal	24	4	64	22	114

(vervolg Tabel 5d)

Zaadhuid- patroon	Veldnummer F ₃ -plant	Uitsplitsing F ₄				
		B	G	M	K	Totaal
IIb	VIII-7-3-14		1	14	9	24
	V-13-1-21			12	6	18
	VIII-7-6-2	2	2	18	20	42
	VIII-7-3-16	4	2	6	8	20
	VIII-7-6-23	6		24	12	42
	Subtotaal	12	5	74	55	146
Totaal	IIa + IIb	36	9	138	77	260
Middel- groot oog	V-13-1-12	5	9	23	27	64
	VIII-7-3-22	1		1	3	5
	V-13-1-18		2	31	21	54
	VIII-7-3-3	4	4	20	27	55
	VIII-7-3-9	1		8	11	20
	VIII-7-3-12	2	2	21	16	41
	VIII-7-3-19	3		9	4	16
	VIII-7-6-24	11	6	24	17	58
	V-13-1-8	1	1	14	9	25
	VIII-7-6-12	6		23	22	51
	VIII-12-4-5	5	2	3	4	14
	VIII-12-4-16		1	2	2	5
Totaal		39	27	179	163	408

Waarschijnlijk als gevolg van verstrengeling van milieu-modificaties en de werking van genetische factoren kan uit de aantallen niet afgeleid worden, hoeveel genen hierbij betrokken zijn. Dat het milieu wel degelijk een rol speelt, blijkt uit de soms aanzienlijke variatie in zaadhuidpatroon bij de zaden van dezelfde plant. Bij eventuele verdere analyse zal reeds in de F_2 met nauwkeurige klassificatie van de verschillende typen moeten worden begonnen en zullen grotere nakomelingschappen noodzakelijk zijn.

4.6.3. Groot oog en Middelgroot oog

4.6.3.1. Uitsplitsingsgegevens

De splitsingsresultaten zijn weergegeven in Tabel 5d. Groot oog splitst in nagenoeg gelijke aantallen, bont, groot oog, middelgroot oog en klein oog, hoewel de variatie bij de individuele nakomelingschappen nogal groot is; men vergelijk bijvoorbeeld II-4-3-12 met VIII-7-3-5.

Middelgroot oog levert maar geringe aantallen bonte en groot oog nakomelingen op, terwijl middelgroot oog en klein oog in nagenoeg gelijke frekwentie voorkomen. De nakomelingschappen van het overgangstype "middelgroot of groot oog" behoren tot twee groepen. De eerste groep splitst in ongeveer gelijke aantallen bont en klein oog, enkele groot oog en veel middelgroot oog. Gezien de verhouding bont en klein oog : middelgroot en groot oog sluit deze groep aan bij de uitsplitsing van groot oog. De tweede groep is gekenmerkt door een overheersing van het patroon middelgroot oog en het nagenoeg ontbreken van groot oog. Zij onderscheidt zich van de middelgroot oog nakomelingschappen door het duidelijk geringere aandeel van klein oog.

4.6.3.2. Bespreking

Volgens SAKIMAN (1971) en eerdere auteurs (SAUNDERS, 1960; SMITH, 1956) vormen de zaadhuidpatronen bont, groot oog (en middelgroot oog) en klein oog, de drie allelencombinaties HH, Hh en hh van het factorenpaar H-h. We zouden dus te doen hebben met monofactoriële overerving.

Graduele verschillen binnen afzonderlijke zaadhuidpatronen zouden dan verklaard moeten worden door de werking van milieu en/of modificerende genen, zoals onder 4.6.2 reeds is geschied voor bont. Bij de uitsplitsingen van groot oog en een deel van de nakomelingschappen van het overgangstype (groot of middelgroot oog) vinden we inderdaad de verwachte 1:2:1 verhouding terug; de verschillen in aantallen groot resp. middelgroot oog kunnen hier aan modificerende genen worden toegeschreven. Bij de nakomeling-

schappen van middelgroot oog en van groep twee van het overgangstype is de afwijking van de theoretische verhouding echter dusdanig, dat (eventueel naast modificerende genen) de aanwezigheid van een tweede hoofdfactor voor de overerving van bont en oogpatronen zou moeten worden aangenomen. Bovenstaande impliceert dat een bepaald oog-fenotype verschillende genotypen kan bezitten. Het is dus eigenlijk niet verantwoord de uitsplitsingen per oogtype te sommeren, zoals in tabel 5d is gebeurd, tenzij om frappante verschillen tussen uitsplitsingsverhoudingen aan te geven.

Ook hier lijkt de aangewezen weg om tot definitieve uitspraken te komen:

- a. Herhaling van de uitgangskruising African Red x Blackeye.
- b. Nauwkeurige beschrijving van de in de F_2 voorkomende oogtypen en de verhouding daarvan.
- c. Bestuderen van omvangrijke, individuele F_3 nakomelingschappen van een aantal F_2 planten, behorend tot elk der oog-fenotypen.

4.6.4. Klein oog

Evenals in de F_3 splitst ook in de F_4 het zaadhuidpatroon klein oog niet verder uit; Tabel 5e. De veronderstelling, dat we hier te maken hebben met homozygotie voor één of meer factoren is derhalve juist.

4.6.5. Watson

De volgende splitsingen werden gevonden:

1. Splitst niet meer uit; Tabel 5f.
2. Splitst uit in Watson en klein oog; Tabel 5g.

In tegenstelling met de F_3 werd een significante afwijking van de verwachte 3:1 verhouding (bij een overschrijdingskans van 5%) gevonden. Niettemin wordt aangenomen, dat deze op toeval berust. Bij een indeling naar de verschillende intensiteiten van zwart Watson (Tabel 5h) blijkt, dat donker - en zeer donker Watson geen lichte typen afsplitsen, terwijl in de nakomelingschap van licht - en zeer licht Watson ook aanzienlijke aantallen donkerzadige individuen voorkomen. Dit in tegenstelling tot de F_3 , waar juist donker en zeer donker wel uitsplitsten, maar zeer licht niet. Normaal, hoewel slecht vertegenwoordigd, lijkt een tussenpositie in te nemen. Het kan als vaststaand worden aangenomen, dat hier intensiteitsgenen naast milieumodificaties een rol spelen. Bij eventueel verder onderzoek is het nuttig uit te gaan van kruisingen tussen verschillende zwart Watson rassen, zodat de analyse van intensiteitsfactoren reeds in de F_2 kan plaatsvinden.

Tabel 5e. Overzicht van de F₄ lijnen uit F₃ planten met zaadhuidpatroon klein oog

Zaadhuid patroon	Veldnummer F ₃ -plant	F ₄		
		klein oog	andere	Totaal
klein oog	II-4-3-2	31	-	31
	II-4-3-7	52	-	52
	II-4-3-14	29	-	29
	II-4-3-19	22	-	22
	II-4-3-27	19	-	19
	VIII-7-3-17	20	-	20
	VIII-12-4-1	2	-	2
	VIII-12-4-4	14	-	14
	VIII-12-4-3	8	-	8
	V-13-1-6	50	-	50
Totaal		247		247

Tabel 5f. Overzicht van de F₄ nakomelingschappen verkregen uit zaden met het Watson zaadhuidpatroon

Zaadhuid patroon	Veldnummer F ₃ plant	F ₄		
		Watson	andere	Totaal
Watson	III-36-1-28	49	-	49
	III-36-1-29	52	-	52
	III-36-1-38	58	-	58
	III-36-1-39	73	-	73
	III-36-7-6	65	-	65
	III-36-7-8	63	-	63
	III-36-10-1	67	-	67
	III-36-10-2	51	-	51
	III-36-10-4	64	1	65
	III-36-10-5	68	-	68
	III-36-10-6	64	2	66
	III-36-10-20	15	1	16
	III-36-10-21	49	-	49
	III-40-4-36	41	-	41
	V-13-1-26	2	2	4
Totaal		781	6	787

Tabel 5g. Overzicht van de uit Watson verkregen F₄ nakomelingschappen uitsplitsend in Watson en klein oog

Zaadhuid patroon	Veldnummer F ₃ plant	Uitsplitsing F ₄			
		Watson	Kl. oog	Andere	Totaal
Watson	III-36-7-7	44	23		67
	III-36-7-12	39	8		47
	III-36-10-3	48	15	3	66
	V-13-1-1*	36	6	9	51
	V-13-1-13	38	15	6	59
	V-13-1-11	15	14	1	30
	V-13-1-14 ⁺	30	21		51
	III-40-4-32	48	22		70
	V-13-1-19	28	14		42
	VIII-12-4-7	13	4		17
	VIII-12-4-8	4	5	1	10
Totaal	gevonden	343	147	20	510
	verwacht	567,5	122,5	-	490

$$\chi^2 = 6,53; 0,01 < P < 0,025$$

* exclusief zwartzadige planten

+ uitsluitend roodzadige

Tabel 5h. Uitsplitsing van zwart Watson in verschillende intensiteiten.

zd = zeer donker; do = donker; no = normaal;
li = licht; zl = zeer licht

Zaadbeschrijving	Veldnummer F ₃ plant	Uitsplitsing F ₄					Totaal
		zd	do	no	li	zl	
zd en do	III-40-4-36	4	32	5			41
zd en do	III-36-1-38	35	23				58
do	III-40-4-32	9	38	1			48
do	III-36-1-39	22	51				73
Totaal		70	144	6			220
no	V-13-1-26		2				2
no	III-36-10-20		2	6	2		10
no (+li)	III-36-10-26		1	11	3		15
Totaal			5	17	5		27
li (+no)	III-36-10-21		8	15	12		35
li	III-36-1-28	2	9	10	14		35
li	III-36-7-12	1	6	11	6	1	25
li	VIII-12-4-7		3	3	1		7
Totaal		3	26	39	33	1	102
zl en li	III-36-1-29	4	14	12	9	2	41
zl en li	III-36-7-7	5	9	9	12		35
zl	III-40-4-21	2	11	21	5		39
zl	V-13-1-13		7	16	7	2	32
Totaal		11	41	58	33	4	147

Tabel 6. Verband tussen mate van stippeling bij een aantal F_3 planten van verschillende zaadhuidpatroon en de nakomelingen met overeenkomstig zaadhuidpatroon als de ouderplant. V = veel; M = matig; I = iets; N = nauwelijks

Zaadhuid patroon	Veldnummer F_3 - plant	Mate van stippeling	Uitsplitsing F_4				
			N	I	M	V	Totaal
Bont +, < en << 50% gekl. oppervlak	VIII-20-10-1	M-V			1	19	20
	VIII-20-10-2	M-V		1	6	11	18
	VIII-20-10-3	M-V			21	8	29
	VIII-20-10-4	V		2	2	2	6
	VIII-20-10-9	V			5	9	14
Totaal				3	35	49	87
Bont > en >> 50%	VIII-7-3-21	I		5	4	1	10
	II-4-3-8	M		19	21	5	45
	II-4-3-15	M-V		16	19	5	40
Totaal				40	44	11	95
Groot oog (en overgangstypen)	VIII-7-6-52	I	6	11			17
	II-4-3-4	M			14		14
	II-4-3-12	M-V		3	6		9
	II-4-3-18	M-V		10	2		12
	II-4-3-22	M-V		6	4		10
	II-4-3-34	M-V	1	2	5		8
	V-13-1-21	V	4	8			12
	VIII-7-6-4	V		2			2
Totaal			11	42	31		84
Middel-groot oog	V-13-1-12	N	10	18	4		32
	V-13-1-18	N	13	14	6		33
	VIII-7-3-3	N	19	2			21
	VIII-7-3-9	N	8				8
	VIII-7-3-12	N	20	2			22
	VIII-7-3-16	N	3	6			9
	VIII-7-6-24	N		24	6		30
	V-13-1-8	N	1	14			15
	VIII-7-6-20	N	8	12	2		22
	VIII-12-4-5	N		3	2		5
	VIII-12-4-16	N	2		1		3
	VIII-7-6-12	I-M	4	18	1		23
	VIII-7-6-23	I-M		23	1		24
Totaal			88	136	23		247

4.6.6. Mate van stippeling; Tabel 6.

Sterk bonte planten (\gg en $>50\%$) geven, ongeacht de eigen mate van stippeling, bijna uitsluitend iets of matig gestippelde nakomelingen. Dat er bijna sterk gestippelde individuen voorkomen is verklaarbaar: voor meer stippels is op het beperkte ongekleurde oppervlak geen ruimte. Nakomelingen van bonte planten met meer wit ($+$, $<$, $\ll 50\%$ gekleurd) hebben evenals hun ouders veel, of matig veel stippels. Het lijkt zeer waarschijnlijk dat mate van bontheid en mate van stippeling onder invloed staan van dezelfde modificerende genen. In de nakomelingschappen van groot oog en middelgroot oog zijn de bonte - en kleinogige individuen weggelaten. Er is geen duidelijk verband tussen de mate van stippeling van individuele ouderplanten en die van hun nakomelingschap. Laten we de nakomelingschappen van V-13-1-21 en VIII-7-6-52 (overgangsgroep) even buiten beschouwing, dan zien we dat bijna alle nakomelingen van groot oog ouders in de categorieën matig en iets gestippeld terechtkomen. De meeste nakomelingen van middelgroot oog zijn evenals de ouderplanten maar weinig gestippeld. Eerder (Tabel 5d) zagen we reeds, dat groot oog ouders ongeveer gelijke aantallen groot - en middelgroot oog nakomelingen geven, terwijl middelgroot oog (naast bont en klein oog) voornamelijk dito nakomelingen geeft. Oogomvang en mate van stippeling blijken daarbij positief gekorreleerd te zijn; het aannemen van aparte genen voor stippeling is voorhands niet noodzakelijk. Wel werd vaak variatie voor mate van stippeling waargenomen in partijen genotypisch gelijke zaden; milieumodificatie speelt klaarblijkelijk ook hier een rol.

4.6.7. "Bruin gespikkeld"

Waarschijnlijk als gevolg van natuurlijke kruisbevruchting kwamen, zoals vermeld in CELOS Rapporten no. 44, in de uitsplitsingspopulatie van veldnummer III-36, een tweetal planten voor met bruine zaadhuid en regelmatige donkerbruine spikkeling. De samenstelling van de nakomelingschap van deze afwijkende planten is gegeven in Tabel 7. Naast het oudertype en effen bruine zaden kwam een nieuw zaadhuidtype "gevlekt" te voorschijn. De gespikkelde verhouden zich tot de ongespikkelde zaden als 3:1. Aangezien gespikkeld ook voorkomt bij gevlekte zaden, lijkt deze eigenschap veroorzaakt te worden door een gen S, dat gesuperponeerd is over de effen en gevlekte zaadhuid: SS en Ss zijn gespikkeld, ss is ongespikkeld. Effen zaadhuid verhoudt zich tot gevlekt als 15:1. Vlekking lijkt derhalve veroorzaakt te worden door twee factoren, waarvan de dubbel-recessieve combinatie ($d_1d_1d_2d_2$) de vlekking geeft. Aangezien de zaadhuidpatronen Holstein en Watson in de nakomelingschap ontbreken, zouden we tevens moeten aannemen, dat alle nakomelingen homozygoot zijn voor H en W en dat de factorencombinatie $d_1d_1d_2d_2$ epistatisch is over H en W. Echter daar de

totale nakomelingschap uit niet meer dan 66 planten bestaat, is het om zekerheid hieromtrent te verkrijgen noodzakelijk een aantal F_3 nakomelingschappen te bekijken.

5. SLOTBESPREKING

Bij verschillende uitsplitsingen werden afwijkingen gevonden van de gangbare hypothese, waarvoor geen bevredigende verklaring werd gevonden. Echter reeds in 1929 beweerden HAIGH en LOCHRIE, dat variaties in splitsingsverhoudingen voorkomen aan heterozygote planten gedurende het verloop van de bloei zelfs onder uniforme groeivoorwaarden. Volgens hen zouden de in het beginstadium van de bloei gevormde zaden in hun nakomelingschap een teveel aan recessieve typen te zien geven. De aan het einde van de bloei gevormde zaden leverden juist een teveel aan dominante nakomelingen.

De factor, waaraan dit verschijnsel onderzocht werd, was de albino-factor, waarvan de verwachte verhouding 3 normaal: 1 albino is. Bij in het begin van de bloei gevormde zaden, werd de verhouding 1,5:1 gevonden. Deze verhouding liep geleidelijk op tot 4,5:1, om tegen het einde van de bloei terug te vallen tot circa 3:1.

SMITH (1956) bestudeerde de overerving van verschillende zaadhuideigenschappen. Hij vergeleek de uitsplitsing bij grote aantallen F_2 planten, voortgekomen uit dezelfde oudercombinatie, gedurende drie jaar; Tabel 8. Uit zijn resultaten is een significante afwijking van de hypothese voor een monofactoriële overerving van de zaadhuidpatronen bont, groot oog en klein oog af te leiden.

Onder aanname van deze 0-hypothese, wordt voor de uitsplitsing in 1948 een X^2 gevonden van 16,60, in 1949 van 76,98 en in 1951 van 6,43 bij een X^2 voor homogeniteit van de totale populatie over drie jaar voor de factor H van 2,03 ($0,5 < p < 0,7$). Desondanks stelde hij na verder onderzoek in de F_3 een monofactoriële overerving van de zaadhuidpatronen bont, groot - en klein oog voor. Hij wijtte de afwijkingen aan ongelijke efficiëntie van de dominante en recessieve allelen.

In dit licht bezien behoeven de bij het eigen onderzoek gevonden afwijkingen, temeer daar met relatief kleine aantallen werd gewerkt, niet als abnormaal te worden beschouwd.

Tabel 7. Uitsplitsing van de nakomelingschappen verkregen uit "bruin gespikkeld"

Veldnummer ouderplant	Uitsplitsing nakomelingschap			
	gespikkeld op effen	gespikkeld op gevlekt	ongespikkeld gevekt	ongespikkeld effen
III-36-34-63	16	1	-	3
III-36-34-64	29	1	3*	13*
Totaal	45	2	3	16

Gespikkeld:Ongespikkeld = 3:1

Gevonden: 47 gespikkeld; 19 ongespikkeld

Verwacht:49,5 " ; 16,5 "

$\chi^2 = 0,505$ 0,25 $< p < 0,50$

Effen:gevekt = 15:1

Gevonden:61 effen; 5 gevlekt

Verwacht:61,875 effen; 4,125 gevlekt

$\chi^2 = 0,197$ 0,50 $< p < 0,75$

Tabel 8. Samenvatting van de uitsplitsingsresultaten over drie jaar in de F_2 van de kruising Blackeye 5 x Iron; gewijzigd overgenomen uit SMITH (1956)

		F ₂ 1948	F ₂ 1949	F ₂ 1951	Tot.	(gev.-verw.) ² verw.
Effen zwart BWH	gev. verw.	1486 1322	2563 2243	226 210	4275 3775	66,36
Zwart Watson BWh	gev. verw.	414 441	585 748	55 70	1054 1258	33,13
Zwart bont BwHH	gev. verw.	125 147	261 249	28 23	414 419	0,07
Zwart grootoog BwHh	gev. verw.	204 294	503 498	47 47	754 839	8,57
Zwart kleinoog Bwhh	gev. verw.	312 147	251 249	23 23	586 419	66,19
Bruin effen bWH	gev. verw.	350 441	739 748	83 70	1172 1258	5,90
Bruin Watson bWh	gev. verw.	84 147	162 249	17 23	263 419	58,32
Bruin bont bwHH	gev. verw.	23 49	68 83	4 8	95 140	14,36
Bruin groot oog bwHh	gev. verw.	68 98	130 166	10 16	208 280	18,33
Bruin kleinoog bwhh		67 49	54 83	5 8	126 140	1,36
Totaal		3133	5316	498	8947	
χ^2		313,5	142,8	14,3	470,5	272,6
Waarschijnlijkheid		zeer laag	zeer laag	0,1-0,2	zeer laag	zeer laag

6. LITERATUUR

- HAIGH, J.C. & J.V. LOCHRIE, 1929. Investigation of a mendelian ratio in *Vigna sinensis* by a consideration of the progeny from successive daily crosses. *Ann. Bot.*, 43: 783-803.
- SAKIMAN, J.K.L., 1971. Verkennende onderzoekingen naar de overerving van zaadhuidkleur en zaadhuidpatroon bij *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *CELOS Rapporten* 44: 1-42.
- SAUNDERS, A.R., 1960. Inheritance in the cowpea (*Vigna sinensis* ENDB.): II. Seed coat colour pattern; flower, plant and pod colour. *S. Afr. J. agric. Sci.*, 3: 141-162.
- SMITH, F.L., 1956. Inheritance of three seed coat colour genes in *Vigna sinensis* Savi. *Hilgardia* 24: 279-296.